

(19)



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11) Publication number: **07297495 A**(43) Date of publication of application: **10.11.95**

(51) Int. Cl

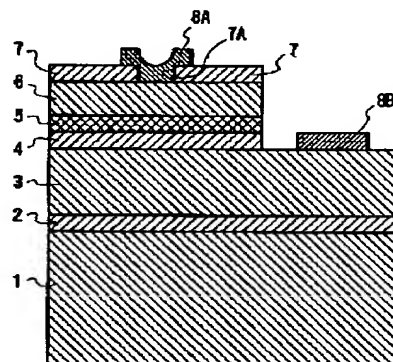
H01S 3/18
H01L 33/00
(21) Application number: **06106057**(22) Date of filing: **20.04.94**
(71) Applicant: **TOYODA GOSEI CO LTD RES
DEV CORP OF JAPAN AKASAKI
ISAMU AMANO HIROSHI**

(72) Inventor: **KATO HISAYOSHI
KOIDE NORIKATSU
AKASAKI ISAMU
AMANO HIROSHI**
**(54) GALLIUM NITRIDE COMPOUND
SEMICONDUCTOR LASER DIODE**
(57) Abstract:

PURPOSE: To enhance the oscillation efficiency of a laser by using a multilayer composed of a gallium nitride compound semiconductor formed in double heterojunction structure on a sapphire in which a (11-20) plane (a-plane) is used as a main plane.

CONSTITUTION: An ANN layer 2 is formed on a sapphire substrate 1 in which (11-20) plane (a-plane) is used as a crystal growth surface by supplying trimethyl aluminum (TMA) and ammonium (NH_3). An Si-doped n-type GaN layer 3 (n^+ layer) is grown by supplying trimethyl gallium (TMG) and Silane (SiH_4). Next, an Si-doped $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ layer (n layer) 4 and a GaN layer 5 (active layer) are grown in the part which is not masked with SiO_2 by supplying TMA, TMG and SiH_4 . An magnesium-doped $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ layer (p layer) 6 is formed by supplying TMA, TMG and Cp_2Mg (biscyclopentadienylmagnesium).

COPYRIGHT: (C)1995,JPO



(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平7-297495

(43) 公開日 平成7年(1995)11月10日

(51) Int.Cl.⁸

H 0 1 S 3/18

H 0 1 L 33/00

識別記号

序内整理番号

F I

技術表示箇所

C

審査請求 未請求 請求項の数1 F D (全 4 頁)

(21) 出願番号 特願平6-106057

(22) 出願日 平成6年(1994)4月20日

(71) 出願人 000241463

豊田合成株式会社

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑1番地

(71) 出願人 390014535

新技術事業団

埼玉県川口市本町4丁目1番8号

(71) 出願人 591014949

赤崎 勇

愛知県名古屋市西区浄心1丁目1番38-805

(74) 代理人 弁理士 藤谷 修

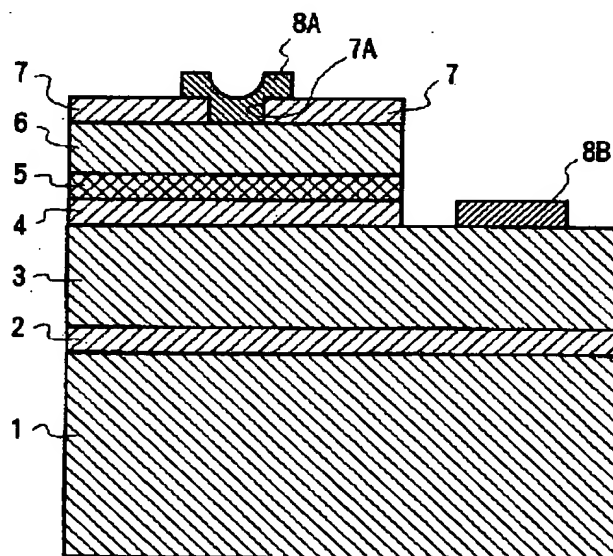
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード

(57) 【要約】

【目的】 窒化ガリウム系化合物半導体を用いたレーザダイオードの出力効率の向上

【構成】 活性層をその禁制帯幅よりも大きな禁制帯幅を有する層で挟んだダブルヘテロ接合構造の窒化ガリウム系化合物半導体 $((Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}N: 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ から成るレーザダイオードにおいて、(11-20)面(a面)を主面とするサファイア基板と、サファイア基板上に直接又はバッファ層を介在させて、ダブルヘテロ接合構造に形成された窒化ガリウム系化合物半導体 $((Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}N: 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ から成る積層された多重層と、多重層及び前記サファイア基板をサファイア基板の $\langle 0001 \rangle$ (c軸)に平行にへき開して形成された鏡面とを有することを特徴とする。端面の平行度及び鏡面度が高くなる結果、レーザの出力効率が向上した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 活性層をその禁制帯幅よりも大きな禁制帯幅を有する層で挟んだダブルヘテロ接合構造の窒化ガリウム系化合物半導体 $((Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}N:0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ から成るレーザダイオードにおいて、

(11-20)面(a面)を主面とするサファイア基板と、

前記サファイア基板上に直接又はバッファ層を介在させて、前記ダブルヘテロ接合構造に形成された窒化ガリウム系化合物半導体 $((Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}N:0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ から成る積層された多重層と、

前記多重層及び前記サファイア基板をサファイア基板の<0001>(c軸)に平行にへき開して形成された鏡面と、

を有することを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオード。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、可視単波長、特に、青色領域から紫色領域まで、及び紫外光領域で発光可能な半導体レーザダイオードに関する。

【0002】

【従来技術】従来、特開平4-242985号公報に記載のレーザダイオードが提案されている。そのレーザダイオードは、窒化ガリウム系化合物半導体 $((Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}N:0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ により作製されており、活性層には不純物の無添加の層が用いられている。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】このレーザダイオードは、サファイア基板上に窒化ガリウム系化合物半導体をエピタキシャル成長させたものである。しかしながら、レーザダイオードを製作する場合には、精密な鏡面を得る必要があるが、未だ、精密な鏡面を得るためのへき開方向が見いだされていない。本願発明者らは、サファイア基板の主面の面方位を変化させて、窒化ガリウム系化合物半導体をエピタキシャル成長させて、多数の方向にへき開を行って、へき開面の面精度を観測した。その結果、サファイア基板のa面上に窒化ガリウム系化合物半導体をエピタキシャル成長させて、その半導体層をサファイア基板のc軸方向に平行にへき開するとき、へき開面の精度が良好となることが判明した。

【0004】本発明は、上記の課題を解決するために成されたものであり、その目的は、窒化ガリウム系化合物半導体レーザダイオードにおいて、共振器を構成する両端面の平行度及び面精度を良好とすることで、レーザの発振効率を向上させることである。

【0005】

【課題を解決するための手段】上記問題を解決するための発明の構成は、活性層をその禁制帯幅よりも大きな禁制帯幅を有する層で挟んだダブルヘテロ接合構造の窒化

ガリウム系化合物半導体 $((Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}N:0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ から成るレーザダイオードにおいて、(11-20)面(a面)を主面とするサファイア基板と、サファイア基板上に直接又はバッファ層を介在させて、ダブルヘテロ接合構造に形成された窒化ガリウム系化合物半導体 $((Al_xGa_{1-x})_yIn_{1-y}N:0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ から成る積層された多重層と、多重層及び前記サファイア基板をサファイア基板の<0001>(c軸)に平行にへき開して形成された鏡面とを有することを特徴とする。

【0006】

【作用及び効果】本発明は、上記のように、サファイア基板のa面上に窒化ガリウム系化合物半導体の多層を形成して、その多層によりレーザ素子を形成して、その多層をサファイア基板のc軸方向に平行に2箇所へき開することで、レーザ素子の端面を得るようにしたものである。その結果、端面の平行度及び鏡面度が高くなる結果、レーザの出力効率が向上した。

【0007】

【実施例】以下、本発明を具体的な実施例に基づいて説明する。

【0008】図1は、サファイア基板を用いた半導体レーザダイオードの構造を示した断面図である。図1において、(1,1,-2,0)面(a面)を結晶成長面とするサファイア基板1を有機洗浄の後、結晶成長装置の結晶成長部に設置する。成長炉を真空排気の後、水素を供給し1200℃程度まで昇温する。これによりサファイア基板1の表面に付着していた炭化水素系ガスがある程度取り除かれる。

【0009】次に、サファイア基板1の温度を600℃程度まで降温し、トリメチルアルミニウム(TMA)及びアンモニア(NH₃)を供給して、サファイア基板1上に50nm程度の膜厚を持つAlN層2を形成する。

【0010】次に、TMAの供給のみを止め、基板温度を1040℃まで上げ、トリメチルガリウム(TMg)及びシラン(SiH₄)を供給しSiドープn型Ga_{0.9}N層3(n⁺層)を成長する。

【0011】一旦、ウェハを成長炉から取り出し、Ga_{0.9}N層3の表面の一部をSiO₂でマスクした後、再び成長炉に戻して真空排気して水素及びNH₃を供給し1040℃まで昇温する。

【0012】次に、TMA、TMg及びSiH₄を供給して、SiO₂でマスクされていない部分に厚さ0.5μmのSiドープのAl_{0.1}Ga_{0.9}N層4(n層)を形成する。

【0013】次に、TMg及びSiH₄を供給しシリコンドープの厚さ0.2μmのGa_{0.9}N層5(活性層)を成長させる。

【0014】次に、TMA、TMg及びCp₂Mg(ビスシクロペンタジエニルマグネシウム)を供給して、厚さ0.5μmのマグネシウムドープのAl_{0.1}Ga_{0.9}N層6(p層)を形成する。

【0015】次に、マスクとして使用したSiO₂を弗酸系

エッチャントにより除去する。次に、 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層 6 (p層) 上に SiO_2 層 7 を堆積した後、縦 1mm、横 $50\mu\text{m}$ の短冊状に窓 7A を開け、真空チャンバに移して、マグネシウムのドーパされた $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層 6 (p層) に電子線照射処理を行う。この電子線の照射により、 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層 6 (p層) は p 型伝導を示した。

【0016】典型的な電子線照射処理条件を表に示す。
【表1】

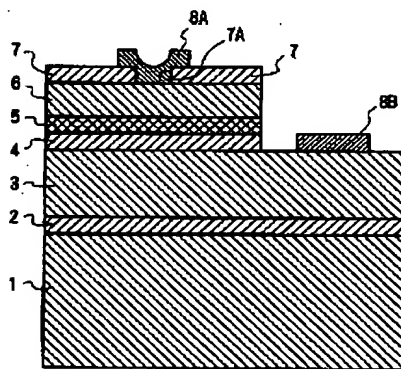
電子線加速電圧	15KV
エミッション電流	120 μA 以上
電子線スポット径	60 $\mu\text{m}\phi$
試料温度	297K

【0017】次に、 $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層 6 (p層) の窓 7A の部分と、GaN 層 3 (n^+ 層) に、それぞれ、金属電極 8A、8B を形成する。

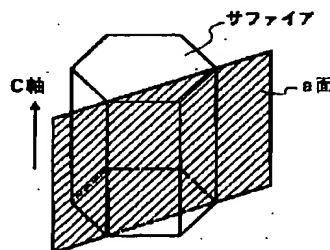
【0018】上記の素子が 1 枚のサファイア基板 1 の上に多数形成される。そして、各素子は共振器の光路方向にはダイヤモンドカッタで切断され、共振の光路に垂直な方向 (図 1 の紙面に垂直) にはへき開により切断される。

【0019】サファイアの結晶構造は、図 2 に示すように、六角柱であり、c 軸と a 面との関係は図示するようになっている。即ち、サファイア基板 1 の a 面上に c 軸が存在する。よって、図 3 に示すように、サファイア基板 1 及びその上に積層された各層 2、3、4、5、6、7、8 が、2 つの位置でへき開により切断される。そして、図 4 に示すように、両端面 A、B が鏡面となったレーザ共振器を得ることができる。

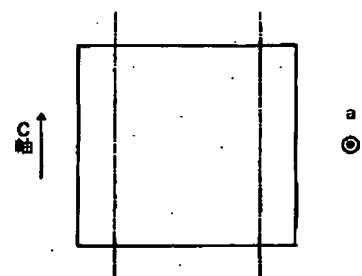
【図1】



【図2】



【図3】



【0020】 $250\sim 300\mu\text{m}$ のサファイア基板の a 面上に GaN を成長させて、これをサファイア基板の c 軸に平行な方向には、容易にへき開できた。しかし、サファイア基板の a 面上に GaN を成長させて、これをサファイア基板の c 軸に平行でない方向でのへき開は困難であった。さらに、サファイア基板の c 面上に GaN を成長させて、これをサファイア基板の全ての方向に容易に割れるため、両端面の平行度を上げるのが困難である。尚、a 面及び c 面のいずれのサファイア基板を用いても、GaN の結晶方向は c 軸方向である。これらの実験から、サファイア基板の a 面上に GaN を成長させて、これをサファイア基板の c 軸方向にへき開した面の面精度が最も高いことが理解される。

【図面の簡単な説明】

【図1】サファイア基板上に作製した本発明の具体的な一実施例に係る $((\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x})_y\text{In}_{1-y}\text{N}; 0 \leq x \leq 1, 0 \leq y \leq 1)$ 系半導体レーザダイオードの構成を示した断面図。

【図2】サファイアの結晶構造を示した説明図。

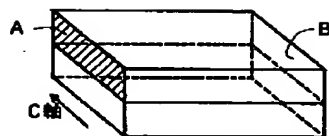
【図3】サファイア基板の a 軸と c 軸との関係及びへき開方向を示した説明図。

【図4】へき開面を有する素子を示した斜視図。

【符号の説明】

- 1…サファイアの(11-20)面基板
- 2…AlN 緩衝層
- 3…GaN 層 (n^+ 層)
- 4… $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層 (n 層)
- 5…GaN 層 (活性層)
- 6… $\text{Al}_{0.1}\text{Ga}_{0.9}\text{N}$ 層 (p 層)
- 7… SiO_2 層
- 8A、8B…電極
- A、B…へき開面

【図 4】



フロントページの続き

(71)出願人 591014950

天野 浩

愛知県名古屋市名東区山の手 2 丁目104

宝マンション山の手508号

(72)発明者 加藤 久喜

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1

番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 小出 典克

愛知県西春日井郡春日町大字落合字長畑 1

番地 豊田合成株式会社内

(72)発明者 赤崎 勇

愛知県名古屋市西区浄心 1 丁目 1 番38-

805

(72)発明者 天野 浩

愛知県名古屋市名東区神丘町二丁目21 虹

ヶ丘東団地19号棟103号室